

Modificación del sistema de riego empleado en los organopónicos; su incidencia en el uso eficiente del agua

Modification of the system of irrigation used in organopónicos; His incidence in efficient use of water

Dr.c Rolando León Aguilar
Profesor Titular Facultad de Agronomía; Universidad de Matanzas. Cuba
rolando.leon@umcc.cu
MSc Zemedhun Girma Hailu
Facultad de Agronomía Universidad de Matanzas. Cuba
Zemedhun.Girma@infomet.umcc.cu

Resumen

En el área docente experimental de la Facultad de Agronomía de la "Universidad de Matanzas", "Camilo Cienfuegos" Se llevó a cabo la investigación con el fin de evaluar la influencia de la altura de los emisores en la óptima distribución del agua de riego y la respuesta productiva de los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa, L*) y zanahoria (*Daucus carota L.),* se utilizó un sistema de riego localizado con emisores microjet del tipo r-1-140, determinándose el coeficiente de uniformidad, lámina media recibida, contenido de humedad en el suelo y componentes del rendimiento de los cultivos. Como resultado se obtuvo que cuando los emisores son colocados a una altura de cinco centímetros sobre el nivel del suelo y los laterales soterrados, se obtienen las mejores medias, al igual que la respuesta productiva de los cultivos, con un rendimiento que superó los 2,8 kg/m^2, una rentabilidad del 72,59 % y el costo por peso de producción es de 0,58 $ por peso producido en el cultivo de la Lechuga y en el caso del cultivo de la Zanahoria el rendimiento obtenido fue 5,50 kg/m^2 ,con una rentabilidad del 79 % y el costo por peso de producción es de 0,56 $. Por lo que se concluye, que para efectuar el riego en los cultivos antes mencionados se pueden colocar los emisores a cinco centímetros sobre el nivel del suelo, con los laterales soterrados, y se recomienda efectuar nuevos estudios incluyendo otros cultivos en las evaluaciones bajo las mismas condiciones.

Palabras clave: Riego, organopónico, lechuga, zanahoria, uniformidad

Abstract

In the teaching experimental area of Agronomía's Faculty of Matanzas's University, Camilo Cienfuegos Took to end the investigation with the aim of evaluating the influence of the height of emitters in the optimal distribution of the water of irrigation and the productive answer of the cultivations of lettuce (*Lactuca sativa, L*) and carrot (*Daucus expensive L.*), The r utilized a system of irrigation localized with broadcasting microjet of the type itself 1-140, determinándose the uniformity coefficient, half plate received, contained of humidity in the ground and components of the performance of cultivations. As a result it was obtained than when emitters are placed to a height of five centimeters on the ground level and the lateral buried, they get better stockings from cultivations, just like the productive answer, with a performance that surpassed the 2.8 kg/m2, a profitability of the 72.59 % and the cost for weight of production is of 0.58 $ once by weight the obtained performance was produced in the cultivation of the Lettuce and in the event of the cultivation of the Carrot he was 5.50 kg/m2, with the 79 %'s profitability and he is the cost for weight of production of 0.56 $. For what is concluded, that to for to make the irrigation in cultivations above-mentioned they can place to five centimeters on the ground level, with the lateral buried the emitters, and making new studies including another cultivations in low evaluations recommends himself same conditions.
Key words: Irrigation, organopónico, uniformidad

Materiales y Métodos

La investigación se realiza en el área docente experimental de la Facultad de Agronomía de la "Universidad de Matanzas", "Camilo Cienfuegos" anexo 1 Se realizó un experimento con el fin de evaluar la influencia de la variación de la altura de los emisores de riego en la óptima distribución del agua y la respuesta productiva de los cultivos de la lechuga (*Lactuca sativa,* L) y la zanahoria (*Daucus carota L.).* El mismo se encuentra ubicado sobre un suelo ferralítico rojo (Instituto de Suelos, 1999), a una altura de 40 m sobre el nivel del mar, con un pH promedio neutro, geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas 23º01'56''N y 81º30'32'' W, las cuales se determinaron mediante el software de exploración geográfica Google Earth v 5.0 (Anónimo, 2009).
Para desarrollar el experimento se utilizó un área de cuatro canteros de 25 metros de largo y un metro de ancho, se empleó un diseño de Cuadrado Latino (Anexo 2), se estudiaron cuatro tratamientos con cuatro réplicas, los cuales cuentan con un área de 6 m^2 se aplicó 10 kg/m^2 de materia orgánica a cada uno.

Los tratamientos estudiados son:
T1: Testigo, lateral sobre la superficie del suelo y los emisores con una altura de 10 cm; T2: Lateral soterrado a 10 cm y los emisores con una altura sobre el nivel del suelo de 5 cm; T3: Lateral soterrado a 10 cm y los emisores con una altura sobre el nivel del suelo de 10 cm y T4: Lateral soterrado a 10 cm y los emisores con una altura sobre el nivel del suelo de 15 cm

Cultivos Empleados.
Se evaluó el resultado de una plantación de lechuga *(Lactuca sativa,* L*), y la* zanahoria (Daucus carota L.) de la variedad Fomento 95 y New Kuroda con ciclos biológicos de 35 y 110 días y densidad de plantación de 36 y 160 plantas/m^2 respectivamente.
En la Tabla 1 se plasman los parámetros relacionados con la variedad, marco de plantación, fecha de trasplante y cosecha que se emplearon.

Cultivo	**Variedad**	**Marco de plantación**	**Fecha de trasplante o siembra**	**Fecha de cosecha**
Lechuga	Fomento 95	0,20 m x 0,25 m	2008-12-24	2009-01-27
Zanahoria	New kuroda	0,10m x 0,15 m	2009- 02-02	2009- 05-22

Tabla 1 Datos de los Cultivos

Caracterización química del suelo en los tratamientos estudiados.
Se realizó la caracterización química del suelo de acuerdo con los tratamientos estudiados al comienzo de la plantación. Las muestras fueron tomadas en diferentes puntos dentro de las parcelas en estudio a la profundidad de 10 cm. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio provincial de suelos perteneciente a la delegación provincial de la Agricultura. Los parámetros evaluados para la caracterización del suelo fueron: PH; CE, P2O5, N, K, Na, CaO, MgO, Cl, y MO.
Se realizó la caracterización de la materia orgánica empleada en los tratamientos, determinándose los siguientes elementos: N, P, Na, Ca, Mg, Cl, %MO, y %HY.
Se realizó la evaluación de la calidad del agua empleada en el riego. Se realizaron muestreos cumpliendo con las normas establecidas por el Minagri, (2000) Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Provincial de Calidad del Agua perteneciente a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas. Se determinan los parámetros Físicos, químicos y bacteriólogos PH y CE; Camiones (Ca^{2*}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}); Aniones (SO^{2-}_{4} ; Cl^{-}; CO^{2-}_{3}; HCO^{-}_{3}). La determinación de los parámetros evaluados se realizó según los métodos y técnicas reportados en el (Standard Métodos for Examination of water and warterwater, edición XVIII 1992).

Sistema de riego utilizado

Se utilizó un sistema de riego localizado con emisores microjet del tipo r-1-140 fabricados en el Instituto Nacional de Riego y Drenaje se empleó un campo rotacional con cuatro laterales de riego y en los mismos fueron colocados 26 emisores por laterales, espaciados a 1 m.

Las normas de riego utilizadas fueron las establecidas por el Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2007), En la cual se considera desde el trasplante hasta los diez primeros días de ciclo y desde el décimo día hasta la cosecha, la programación del riego se realiza mediante normas e intervalos fijos.

Parámetros que se evaluaron:

Lámina media recibida; Coeficiente de uniformidad; Contenido de humedad en el suelo y los Componentes del rendimiento.

Metodología seguida para la determinación de cada uno de los parámetros evaluados.

1. Lámina media recibida.

Para evaluar la lámina media recibida por cada tratamiento se siguió la metodología planteada por Sapir y Sneh (2002), se colocaron 12 pluviómetros por réplicas para un total de 48 pluviómetros por tratamientos. Se logró una cobertura de 0,5 m^2 de superficie por pluviómetro. A cada pluviómetro se le midió el área del mismo para determinar la lámina a través de la fórmula: L = V/A x 10

Donde:L: Lámina registrada (mm); V: Volumen captado en cada pluviómetro (cm^3); A: Área del pluviómetro (cm^2). Las evaluaciones fueron realizadas en las primeras horas de la mañana para evitar afectaciones por el viento. Se realizaron tres muestreos a los 10; 20; y 30 días respectivamente de haber efectuado el trasplante, cada muestreo duró 20 minutos.

2. Coeficiente de uniformidad.

Para evaluar el coeficiente de uniformidad se siguió el método planteado por Christiansen (1942), para lo cual se colocan pluviómetros a ambos lados del lateral de riego en forma diagonal, en la evaluación fueron colocados 12 pluviómetros por réplicas, para un total de 48 pluviómetros por tratamientos. Se empleó la fórmula planteada por Christiansen:

$$CU\ (\%) = 100\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} |x_i - \overline{x}|}{n\ x}\right)$$

Donde: $CU_{c:}$ Coeficiente de uniformidad de Christiansen; X_i: Lecturas individuales de cada colector; $\overline{X}$: Promedio de las lecturas y n: Número de lecturas.

3. Comportamiento del contenido de humedad en el suelo.

Se evaluó el comportamiento del contenido de humedad en el suelo, en cada uno de los tratamientos estudiados mediante el método Gravimétrico sugerido por Pla (1992), para lo cual fueron realizados tres muestreos a los 11 días; 21 días y 31 días de haber efectuado el trasplante y en caso de la zanahoria a los 25 días, 50 días y 85 días. Para el mismo se utilizaron tres pesafiltros por réplicas, para un total de 12 pesafiltros por tratamientos. Las muestras de suelo fueron tomadas en las primeras horas de la mañana antes de que se realice el riego e inmediatamente enviadas al laboratorio de suelos de la Universidad de Matanzas, determinándose el porcentaje de humedad presente en el suelo en función del peso del suelo seco.

4. Determinación de los componentes del rendimiento.

En el cultivo de la lechuga se evaluaron los componentes de rendimiento se seleccionaron 10 plantas al azar por cada parcela, de acuerdo con los tratamientos y réplicas que se evalúan, Se muestrearon 40 plantas por tratamientos. A las plantas muestreadas se le contaron el número de hojas totales y de estas las aptas para el consumo u hojas comerciales. Mediante una cinta métrica se le midió el diámetro medio de la roseta. El peso promedio de las plantas se obtuvo dividiendo el peso total de las 10 plantas entre el número de plantas muestreadas. El rendimiento se obtiene del producto del peso promedio de las 10 plantas muestreadas por el número de plantas existente en 1 m^2 de cantero.

En el cultivo de la zanahoria para la determinación de cada uno de componentes del rendimiento se seleccionaron 40 plantas al azar por cada parcela de acuerdo con los tratamientos y replicas que se evaluaron, se muestrearon un total de 160 plantas por tratamiento. A las plantas muestreadas mediante cinta métrica se le midió el diámetro superior, medio e inferior de la raíz. El peso promedio de las plantas se obtuvo dividiendo el peso total de las 40 plantas entre el número de plantas muestreadas. El rendimiento se obtiene del producto del peso promedio de las 40 plantas muestreadas por el número de plantas existente en $1m^2$ de cantero.

A cada uno de los parámetros evaluados se le realizó un análisis estadístico utilizando el software Statgraphics Plus ver 5.1 (Statistical Graphics Corporation™, 2001). Para las pruebas de significación se utilizó la prueba Duncan al 95 % de confiabilidad.

Evaluación económica.

Para la evaluación económica se utilizó la metodología planteada por la Asociación Internacional de la Industria del Fertilizante (IFA) (2000), para lo cual se determina el beneficio bruto, beneficio neto, rentabilidad y costo por peso de producción a través de los análisis siguientes:

Beneficio Neto **=** Bb - Ct ($/m^2).*Beneficio Bruto* = R x Pv ($/m^2).*Rentabilidad* = Bn / Ct x 100 (%).*Costo por peso* = Ct / Bb ($).

Donde: Bn: Beneficio neto ($/m^2).Bb: Beneficio bruto ($/m^2).Ct: Costo total ($/m^2).R: Rendimiento (kg/m^2).Pv: Precio de venta ($/kg). En caso del precio de venta se considera el establecido para organismos y población Para el cálculo del costo total se tuvo en cuenta las fichas de costos totales del cultivo evaluado (agua, salario, electricidad, materia orgánica y costo del extensor de riego)

Caracterización de la materia orgánica empleada.

En la Tabla 2 se presenta los valores de de cada uno de los parámetros evaluados para caracterizar la materia orgánica empleada en el experimento. El pH se Considera de optimo para este tipo de material, siendo las condiciones favorables para la acción microbiana. Valores similares del pH alcanzado en la materia orgánica utilizada son reportados por Peña, L.; Paneque, V.; Castellanos (2004). Por otra parte Marbelis Figueredo; Cuevas, M.; Maria E. Serrano y Hernández, J. (2004) obtuvieron valores de pH similares al evaluar la producción de alimentos y la biodiversidad mediante el desarrollo de la agricultura orgánica.

Tabla 2 Caracterización de la materia orgánica empleada en la elaboración del Sustrato.

Parámetros	pH	N%	P_2O_5 Cmol/ kg^{-1}	K^+ Cmol/ kg^{-1}	Na^+ Cmol/ kg^{-1}	Ca^{2+} Cmol/ kg^{-1}	Mg^{2+} Cmol/ kg^{-1}	M.O%
Valores obtenidos	7,19	1,28	0,21	0,1	0,07	12,26	6,4	27,04

El contenido de nitrógeno del material orgánico utilizado este se evalúa de medio, lográndose el equilibrio requerido en la actividad microbiana en el suelo.

Con respecto a los niveles de fósforo y potasio se presenta bajo de acuerdo con lo planteado por Campaniones (2006), al señalar este autor que los mismos deben estar oscilando entre 1,7 a 3 y 1,0 a 5,0 kg/t de fósforo y potasio respectivamente.

Vega, E. et al (2004) reportan valores similares al evaluar la aplicación de abonos orgánicos para la producción de Pepino (*Cucumis. Sativo*) en suelo Ferralítico Rojo Compactado bajo condiciones protegidas.

Al realizar el análisis del Ca y el Mg. Dos elementos imprescindibles para que el desarrollo de los cultivos pueda efectuarse con normalidad, se logró una relación calcio, magnesio de 1.91 la cual es idónea cuando esta se presenta por debajo de 10 (urbano, 2005).

La relación C/N, resulta elevada para la materia orgánica fresca y desciende durante el proceso de humificación cuyos valores óptimos se evalúan próximos a 10. De acuerdo con los análisis realizados y la metodología propuesta por (Paneque, 2001) se obtiene una relación C/N 12,25.

El nivel de La materia orgánica se evalúa de ligeramente bajo de acuerdo con lo que reporta el (Minagri 2000), al poseer un valor inferior a 30%.

Caracterización y evaluación de la calidad del agua empleada en el riego en el organopónico de la universidad.

pH: el valor de pH del agua de riego utilizada en el organopónico de la universidad es 7,43 según Urbano (2005) esta agua se evalúa de buena.

Al analizar la salinidad del agua empleada en el riego de los cultivos expresada como conductividad eléctrica (CE). La conductividad eléctrica del agua de riego de la universidad es 0,52 mS/cm según los criterios establecidos por Pacheco en 1995 y FAO 2007 y Esta se presenta como de salinidad media, ya que los valores que se obtienen oscilan entre 0,51 y 0,57 mS/cm.

Análisis de la Fitotoxicidad.

La Fitotoxicidad está dada por la acción que sobre las plantas pueden ejercer algunos elementos disueltos en el agua de riego, causando problemas de Fitotoxicidad aún a bajas concentraciones, actualmente se le presta atención a los elementos sodio y cloruro por su efecto fitotóxico sobre los cultivos.

El agua de riego del organopónico de la Universidad presenta un nivel de sodio muy bajo (0,48 meq/L).

La Fitotoxicidad por cloruro (Cl), se presenta de forma muy similar a la del sodio. El organopónico de la Universidad presenta un valor de 0,49 meq/L.

Análisis Bacteriológico

Para la caracterización del agua empleada en el organopónico desde el punto de vista bacteriológico se tuvo en cuenta las indicaciones **(**Minagri 2002), donde se plantea que para el agua de riego desde el punto de vista bacteriológico los Coniformes totales no debe superar los 100 ufc/100 mL, expresado por la técnica del numero más probable(NMP). Los coliformes totales del agua de riego del organopónico evaluado se encuentran de bajo de100 ufc/100 mL.

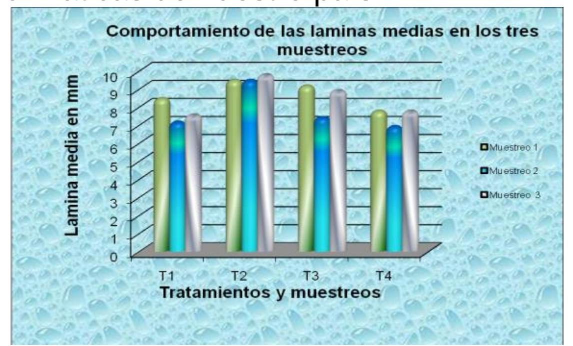
Lámina media recibida.

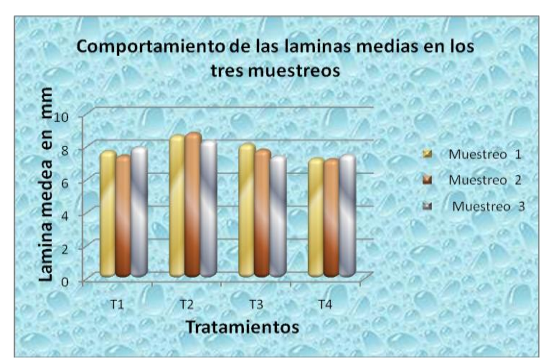


De acuerdo con las evaluaciones realizadas para la determinación de la lámina media recibida por cada tratamiento (Figuras 1 y 2) se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, en cada uno de los muestreos realizados en ambos cultivos En el tratamiento dos se registran los mayores valores de láminas recibidas en ambos cultivos, lo cual está dado por la altura a que se encuentran los emisores, lo que determina que la influencia del viento sobre estos en el momento del riego tenga un menor efecto sobre las pequeñas gotas de agua que emiten los emisores comparado con el resto de los tratamientos, que al presentar mayores alturas de los emisores el efecto del viento sobre la distorsión de la lluvia es mayor disminuyendo la lámina caída sobre los canteros.

En todos los muestreos realizados durante el desarrollo de ambos cultivos las menores medias de las láminas recibidas se registraron en el tratamiento cuatro, debido a que los emisores en este tratamiento se encuentran a una altura de 15 cm sobre la superficie del suelo existiendo una mayor influencia del viento sobre este tratamiento, lo que deformó con mucha facilidad la caída de las gotas de agua sobre la superficie del suelo y con ello las láminas de agua registradas en los pluviómetros.

En todos los muestreos realizados para evaluar el comportamiento de las láminas de riego recibidas, la tendencia en cuento a los tratamientos estudiados es muy similar en ambos cultivos. Se observa que el tratamiento tres con respecto al uno los valores obtenidos son muy similares, lo que debe estar dado porque en ambos tratamientos los emisores están colocados a una altura de 10 cm, solo que en el tratamiento uno la tubería lateral está sobre la superficie del suelo y en tres está soterrada. Esta condición hace que el tratamiento tres exhiba un mejor comportamiento, sin embargo por la características del diseño experimental en tratamiento uno se logra una mejor verticalidad de los emisores que no está en correspondencia con lo que se observa en la realidad cotidiana en la explotación de estos sistemas, que en nuestro país, tienen más de 15 años de explotación. Sin embargo en la bibliografía consultada no existen reportes de investigaciones que se hayan realizados con objetivo de evaluar cual es la altura idónea a que deben colocarse los emisores de riego según las condiciones agroclimáticas de nuestro país.





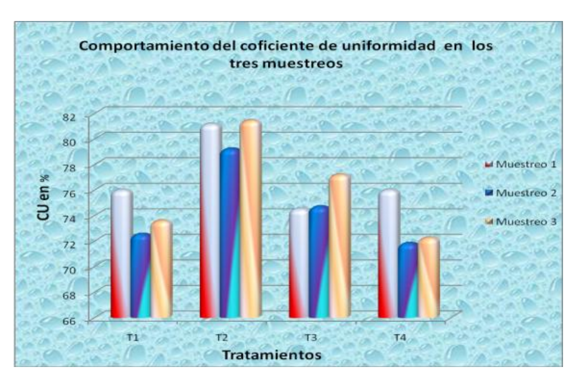
Figuras 1 y 2 Comportamiento de las láminas medias recibidas en los muestreos realizados durante el desarrollo de los cultivos de la lechuga y la zanahoria

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.

En las Figuras 3 y 4 se relacionan el comportamiento del coeficiente de uniformidad en los tres muestreos realizados en cada uno de los cultivos estudiados, el análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre las medias de los tratamientos estudiados en cada uno de los muestreos realizados en ambos cultivos.

En el tratamiento dos se obtienen los mayores valores de los coeficientes de uniformidad en todos los muestreos realizados. En el cultivo de la Lechuga en los muestreos uno y tres los valores del coeficiente de uniformidad están por encima del 80 %, resultados similares se obtienen en los tres muestreos realizados en el cultivo de la zanahoria. Con los valores de los coeficientes de uniformidad obtenidos la calidad del riego puede evaluarse de buena, según lo planteado por (Adenor ,2003) y (Cristiasen, 1942).

Aunque la uniformidad del riego puede estar dada por varios factores, dentro de ellos: velocidad y dirección del viento, tamaño de las gotas, ángulo de salida de los emisores, diámetros de las boquillas, entre otros. En los muestreos realizados estas condiciones prácticamente permanecieron contantes. La velocidad y dirección del viento que son de los factores que mayor incidencia puede tener en los porcentajes de uniformidad en estos sistemas de riego, para atenuar estos efectos los muestreos fueron realizados en horas bien tempranas de la mañana.





Figuras 3 y 4. Comportamiento de los coeficientes de uniformidad en los cultivos de la Lechuga y Zanahoria en los tres muestreos realizados.

Comportamiento del contenido de humedad en el suelo en cada uno de los tratamientos estudiados.

En la tabla 3 se muestra el comportamiento medio del contenido de humedad del suelo en cada uno de los muestreos realizados durante el desarrollo de los cultivos de la Lechuga y de la Zanahoria. Al analizar los resultados obtenidos en la plantación de Lechuga se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos. En todas las evaluaciones realizadas el tratamiento dos mostró diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos estudiados. En los tres muestreos realizados al comparar los porcentajes de humedad obtenido la diferencia del tratamiento dos con resto de los tratamientos es superior el porcentaje de humedad obtenido en este tratamiento con respecto al resto de los tratamientos.

Es significativo que al comparar los porcentajes de humedad obtenidos en el tratamiento dos con respecto al tratamiento uno considerado el tratamiento control, en los muestreos dos y tres existe una diferencia de: 3,91 y 5,83 porcentaje de humedad lo que demuestra una mejor concentración del agua dentro del cantero. Otro de los resultados obtenidos y que es para tener en cuenta en la explotación futura de estos sistemas de riego es el hecho de la diferencia que obtuvo en el muestreo dos al comparar el tratamiento dos con respecto al cuatro, la humedad en este último está por debajo en 9,78 unidades, lo que demuestra que un volumen alto del agua aplicada mediante el riego cae fuera del cantero y no es aprovechada por las plantas. Esto está dado porque los emisores del tratamiento

Tratamientos	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria
T1	32,67^{b}	31,51^{bc}	34,36^{b}	33.02^{bc}	32,53^{b}	32,55^{bc}
T2	34,10^{a}	38,59^{a}	40,90^{a}	37,57^{a}	38,36^{a}	40,45^{a}
T3	31,43^{b}	34,53^{b}	36,99^{b}	36,63^{b}	37,78^{a}	37,51^{b}
T4	31,62^{b}	31,51^{bc}	31,12^{bc}	33.02^{bc}	35,46^{b}	32,55^{bc}

cuatro se encuentran a una altura por encima de las plantas facilitando una mejor acción del viento sobre las gotas de agua

Tabla 3**.** Comportamiento del contenido de humedad del suelo en el cultivo de la Lechuga y la Zanahoria

Respecto al cultivo de la Zanahoria. Los resultados logrados son similares a los logrados en el cultivo de la Lechuga. El tratamiento dos muestra diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos estudiados. La tendencia es similar, cuando se produce diferencia significativa con respecto al tratamiento uno tratamiento control; pero las mayores diferencia se producen entre el tratamiento dos y el tratamiento cuatro, evidenciado que la colocación de los emisores de riego a altura superiores a los 5 o10 cm se ven seriamente afectados por la acción del viento, trayendo como consecuencia disminución en la uniformidad del riego, menor contenido de humedad en el suelo y por ende un menor aprovechamiento del agua y con ello una disminución de la eficiencia en los sistemas de riego en los organopónicos.

En la tabla 4 se plasman los resultados obtenidos en la evaluación de los componentes del rendimiento para el cultivo de la Lechuga en los análisis estadístico realizados se encontró diferencia significativa entre las medias de los tratamientos para un nivel de confianza del 95,0% excepto en el número de hojas por plantas. Se resalta que en dos de los indicadores evaluados y de gran importancia para la toma de decisión desde el punto de vista del riego como son el peso promedio de las plantas y el rendimiento el tratamiento dos resultó superior al resto de los tratamientos.
El número de hojas comestibles son inferiores a los obtenidos por León (2006), cuando evaluó alternativas para la conservación del agua en la agricultura Urbana cuyos valores oscilaron entre los 14,57 hojas comestibles y 17,66 hojas comestibles Los rendimientos alcanzados se encuentran dentro de los rangos de rendimientos obtenidos por León (2006), cuando evaluó alternativas para la conservación del agua en la agricultura Urbana cuyos rendimientos oscilaron entre



Tratamientos	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria
T1	32,67^{b}	31,51^{bc}	34,36^{b}	33.02^{bc}	32,53^{b}	32,55^{bc}
T2	34,10^{a}	38,59^{a}	40,90^{a}	37,57^{a}	38,36^{a}	40,45^{a}
T3	31,43^{b}	34,53^{b}	36,99^{b}	36,63^{b}	37,78^{a}	37,51^{b}
T4	31,62^{b}	31,51^{bc}	31,12^{bc}	33.02^{bc}	35,46^{b}	32,55^{bc}

los 1,96 y 3,29 Kg/m^2

En la tabla 5 se relaciona el comportamiento de cada uno de los componentes del rendimiento del cultivo de la Zanahoria, donde se obtuvo diferencia significativa en cada uno de los indicadores productivos evaluados entre el tratamiento dos y el resto de los tratamientos.

Tabla 4. Análisis de los componentes del rendimiento del cultivo de la lechuga.

Tratamientos	**Indicadores productivos**					
	NH	**HC**	**DR(cm)**	**LR(cm)**	**PP (kg)**	**Rto (kg/m^2)**
T1	**11^{a}**	**9^{b}**	**24^{b}**	**6^{b}**	**O,10^{c}**	**2,70^{c}**
T2	**13^{a}**	**10^{a}**	**26^{a}**	**9^{a}**	**0,15^{a}**	**2,81^{a}**
T3	**12^{a}**	**9^{b}**	**25^{a}**	**7^{b}**	**0,13^{b}**	**2,77^{ab}**
T4	**12^{a}**	**9^{b}**	**24^{b}**	**7^{b}**	**0,13^{b}**	**2,74^{c}**

Leyenda: NH Número de hojas; HC hojas comestibles; DR Diámetro de la roseta; LR Longitud de las Raíces; PP Peso promedio de la plantas; Rto Rendimiento Estos resultados están en correspondencia con el comportamiento de cada uno de los parámetros evaluados, los cuales fueron superiores en el tratamiento dos con respecto al resto de los tratamientos. Los valores obtenidos se corresponden que los potenciales de este cultivo según el manual de Agricultura Urbana donde se plantea que los rendimientos de la variedad New Kuroda oscilan entre 1,8 a 2 kg/m^2, en este caso los rendimiento obtenidos fueron superiores.

Tabla 5**.** Análisis de los componentes del rendimiento del cultivo de la zanahoria



Tratamientos	Indicadores productivos					
	DRS(cm)	DRM(cm)	DRI(cm)	LR(cm)	PP (kg)	Rto (kg/m^2)
T1	4,32[b]	3,45[c]	2,27[b]	14,99[b]	0,12[b]	5,13[c]
T2	4,39[a]	3,69[a]	2,43[a]	15,36[a]	0,14[a]	5,50[a]
T3	4,36[b]	3,57[b]	2,32[b]	14.97[b]	0,13[b]	5,29[b]
T4	3,80[c]	3,48[c]	2,28[b]	14,98[b]	0,12[b]	5,13[c]

Leyenda: DRS Diámetro superior de la raíz, DRM Diámetro medio de la raíz, DRI Diámetro inferior de la raíz, LR Longitud de la raíz, PP Peso promedio de la plantas; Rendimiento.

Evaluación económica.

En la Tablas 6 se relaciona el análisis económico realizado de acuerdo con los indicadores económicos evaluados de acuerdo con los rendimientos alcanzados y el costo incurrido en el proceso de producción para el desarrollo de la investigación. Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento dos arroja el mejor balance económico en ambos cultivos, al presentar un mayor beneficio neto, mayor rentabilidad y menor costo por peso de producción.

Tabla 6 Análisis económico para el cultivo de la lechuga y la Zanahoria

Trata	Rendimientos (kg/m^2)		Costo ($/m^2)		Beneficio Bruto ($/m^2)		Beneficio Neto ($/m^2)		Rentabilidad (%)		Costo por peso ($)	
	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria	Lechuga	Zanahoria
T 1	2,70	5,13[c]	7,064	20,05	11,72	33,99	4,66	13,94	66	70	0,60	0.60
T 2	2,81 a	5,50[a]	7,066	20,05	12,19	35,80	5,13	15,75	73	79	0,58	0.56
T3	2,77 ab	5,29[b]	7,068	20,05	12,02	34,43	4,96	14,38	70	72	0,59	0,58
T4	2,74 c	5,13[c]	7,070	20,05	11,89	34,50	4,82	14,45	68	72	0,59	0,58



Conclusiones

1. Las láminas medias recibidas y el coeficiente de uniformidad presentaron un mejor comportamiento en los cultivos de la Lechuga (*Lactuca sativa,* L) y la Zanahoria *(Daucus carota L).*en condiciones de organopónico, cuando los emisores de riego son colocados a cinco centímetros de altura sobre el nivel del suelo, logrando una mejor concentración del agua en la zona del cantero.

2. Las diferencias obtenidas entre medias del contenido de humedad en el suelo evidencian las pérdidas de agua que se producen en estos sistemas de riego cuando los emisores son colocados a una altura superior a los cinco a centímetros sobre le nivel del suelo.

3. Los indicadores del rendimiento en ambos cultivos mostraron el mejor comportamiento cuando los emisores son colocados a una altura de cinco centímetros sobre el nivel del suelo.

4. La evaluación económica de ambos cultivos evidenció que la mejor respuesta desde el punto de vista económico se obtuvo cuando los emisores fueron colocados a cinco centímetros sobre el nivel del suelo con los laterales soterrados

5. Al evaluar de forma integral los resultados alcanzados se concluye que el tratamiento dos muestra el mejor comportamiento

Bibliografia

1. Amold.E .2004 .Standard Methods: for the examination of water and WasteWater, 18th Edition. USA. P 234.
2. Adelnor, S. L. 2003. Curso de Riego Localizado. Federación de comunidades de regantes de la Cuenca del Guadalquivir. Instituto de Agricultura Sostenible.
3. Anónimo. 2009. Google Earth® for Windows 5.0. Professional Version. Copyright © 2005-2009.
4. Campanioni, N. 2006. La Agricultura Urbana en Cuba: Su participación en la seguridad alimentaría. Conferencias. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. UCLV. Villa Clara. Cuba; 9-13.P
5. Crhistiansen, J. 1942. Hydraulics of sprinkling systems of irrigation. Trans. Am. Soc. Civil Eng. 107: 221-239.
6. FAO. 2007. Cuestiones de Agricultura Urbana. Revista enfoque. No13 Roma. Italia.



7. Grupo Nacional de Agricultura Urbana (GNAU). 2007. Manual técnico de organopónicos, huertos intensivos y Organoponía Semiprotegida. La Habana: ACTAF. INIFAT, MINAG. p 52.
8. IFA. 2000. Fertilizers and Their Use. A pocket guide for extension officers. Fourth edition, 70p.
9. León, R. 2006. Estudio de la sostenibilidad de los recursos hídricos para la producción de hortalizas y vegetales en condiciones de organopónicos. Matanzas. Pág. 255 Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Ministerio de educación Superior.
10. MINAGRI. 2000. Manual técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT. Grupo nacional de Agricultura Urbana. ACTAF. P.84-103.
11. MINAGRI. 2002. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. VII Encuentro Nacional de Agricultura Urbana y XV Encuentro Nacional de Organopónicos y Huertos intensivos. Informe Central.
12. Pacheco, S y et el. (1995).Relación agua- rendimiento. En: Riego y Drenaje. Habana. Editorial, pueblo y Educación p 75- 81.
13. Pla, I. 1992. Evaluación de propiedades físicas del suelo con fines de diagnóstico. Bases, uso y aplicación de metodologías sencillas para la evaluación y modelaje de procesos físicos de suelo. 19 p.
14. Peña, E. 2004. Cachaza como sustrato en organopónicos. II Encuentro Nacional de agricultura orgánica. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
15. Sapir, E. y Sneh, M. 2002. Riego por aspersión. CINADCO, MASHAV, Servicio de Extensión Departamento de riego y Suelos. Israel.
16. Statistical Graphics Corporation™. 2001. Statgraphics® Plus for Windows 5.1.Professional version. Copyright © 1994-2001.
17. Marbelis Figeurado, Cuevas, M Maria Elena Serrano y Hernández, J. A 2004.Producción de alimentos y conservación del suelo y biodiversidad mediante la agricultura orgánica biointensiva XIV Congreso Científico del INCA. La Habana. Cuba. Noviembre.
18. Paneque, V.M. y J.M. Calaña.2001.La fertilización de los cultivos. Aspectos Teóricos-prácticos para su Recomendación. INCA. 43 p.
19. Urbano, T. 2005. Fitotecnia .ingeniera de la producción vegetal. España. Ediciones Mundi- prensa p.324- 351.

Fecha de recepción: 12/07/2011 Fecha de aprobación: 6/06/2012